动 物 学 研 究 2007, Dec. 28(6)：615－625 CN 53-1040/Q ISSN 0254-5853
Zoological Research

# 四川南充高坪机场秋冬季节鸟类多样性与鸟撞预防

李晓娟[1]，周材权[1,*]，金立广[2]
（1．西华师范大学 生命科学院珍稀动植物研究所，四川 南充 637003 2．桥头中学，浙江 永嘉， 325108）

**摘要**：2006 年 9 月—2007 年 2 月，对四川南充高坪机场及其周围 4 种生境（草地、农耕区、村囤、松林）的鸟类进行调查，并进行鸟类多样性指数分析。结果共记录到鸟类 81 种，隶属于 13 目 37 科；秋冬季农耕区和村囤的鸟类密度、数量明显比草地和松林高；机场草地冬季鸟类的密度明显比秋季高。结合鸟类的生活习性及其栖息生境、*IV* 值、分布广度和在各生境中的优势密度和总范围里的密度，秋季对鸟撞最具危险的是白鹭、家鸽、山斑鸠、白鹡鸰、白头鹎、小云雀、小鹀等；冬季对鸟撞最具威胁的是家鸽、小云雀、小鹀、金翅雀、白头鹎、水鹨等。并相应提出了相应一些的预防措施，如减少结实的植物、剪草降低草高、控制土壤动物的密度等。

**关键词**：鸟类群落；鸟撞预防；秋冬季；高坪机场
**中图分类号**：Q958.12 **文献标识码**：A **文章编号**：0254-5853-(2007)06-0615-011

# Avian Diversity and Bird Strike Avoidance in Gaoping Airport of Nanchong in Autumn and Winter

LI Xiao-juan[1]，ZHOU Cai-quan[1,*]，JIN Li-guang[2]
（1. *Institute of Rare Animals & Plants*，*College of Life Sciences*，*China West Normal University*，*Nanchong* 637003，*China*；
2. *Middle School of Shatou*，*Zhejiang* 325108， *China*）

**Abstract**：An investigation had been made into the bird communities in habitats of the villages， farmlands，plantations of pine，and grasslands in Gaoping Airport and the surrounding area from September 2006 to February 2007，with the related diversity indices analyzed. A total of 81 species belonging to 37 families and 13 orders was recorded. The bird density in the farmlands and villages were higher than in the grasslands and plantations of pine in autumn and winter. The density in winter was higher than in autumn in the grasslands. Based on the habits and habitats， analysis of important values，the habitat distribution coefficient，the densities of *Egretta garzetta*，*Columba domestica*，*Streptopelia orientalis*，*Motacilla alba*，*Pycnonotus sinensis*，*Alauda gulgula*，*Emberiza pusilla* etc were dangerous to airplanes in autumn；*Columba domestica*，*Alauda gulgula*，*Emberiza pusilla*，*Carduelis sinica*，*Pycnonotus sinensis*，*Anthus spinoletta* etc were dangerous to airplanes in winter. Some control measures to prevent birds striking aircraft have been proposed in this paper, such as decresing the quantity of the bearing plants, reducing grass in height and limiting the density of soil fauna etc.

**Key words**：Community of birds；Bird strike avoidance；Autumn and winter； Gaoping Airport

鸟撞（birdstrike）是指飞机在起飞、飞行或降落过程中被鸟类撞击而发生的飞行安全事故或事故征候。随着航空业的发展，鸟击灾害所带来的严重后果正日益削弱人们对航空的安全信心（Conover et al，1995；Servoss et al，2000）。国际民航权威机构统计，每年民航飞机因鸟击而毁坏发动机的直接损失就价值 20 多亿美元，由此造成的航班延误、取消、调机等间接损失更是直接损失的 4－5 倍（Hu et al，2003）。在我国，仅 1995 年全国民航鸟击飞机造成的直接损失高达 5 千万元。

根据民航总局航空安全技术中心统计我国 2001—2004 年鸟撞事件的飞行阶段分布，起飞和着

收稿日期：2007-07-06；接受日期：2007-10-02
基金项目：四川省重点学科重点资助项目（SZD 0420）
*通讯作者（Corresponding author），E-mail：drcqzhou@hotmail.com
第一作者简介：李晓娟（1980－），女，浙江永嘉人，西华师范大学野生动植物保护专业硕士研究生，主要从事动物生态学和保护生物学研究工作。E-mail：li_xiao_juan2283@163.com

陆阶段的鸟击数量占鸟撞数量总数的 56.2%，爬升和进近阶段的鸟击数量占总数的 23.8%，因此，我国现阶段鸟击防范的重点应放在低空和地面机场责任区范围内。为此，降低鸟撞事件的发生，对机场及机场周围进行鸟类生态学调查非常重要。在我国已有不少对机场净空区域进行鸟类调查的报道（Hu et al，2003；Li et al，2007；Wang et al，1999；Zhu & Chang，2005），但是大多都是对净空区域鸟类物种资源的调查，根据鸟类调查，详细地分析鸟撞威胁的生境因素和鸟类的季节性差异的报道比较少。鸟类可作为环境变化的良好指示物种（Morrison，1986）和监测物种（Pertti，1989），对不同生境、不同季节鸟类多样性的比较研究，可以帮助了解在机场及机场周围对鸟撞造成威胁的主要鸟类是来自哪种生境因素，从而更好地规划和预防鸟撞工作。在此笔者选择候鸟迁徙的秋季和鸟类群落比较稳定的冬季，于 2006 年 9 月到 2007 年 2 月，对高坪机场及其周围 4 种生境（草地、农耕区、村囤、松林）的鸟类进行了观察和比较研究，以了解高坪机场在秋季和冬季对鸟撞影响较大的鸟类及其分布。

## 1 研究地区与方法

### 1.1 研究地区概况

南充高坪机场位于四川省南充市高坪区的青松乡，距离市区7 km，全乡森林覆盖率达80%，主要是人工马尾松（*Pinus massoniana*）林。高坪位于四川盆地东北部，嘉陵江中游东岸；四季分明，冬暖、春早、夏热、秋雨、多云雾，是典型的中亚热带湿润季风气候区。年均温15.8—17.8℃，年降水量1 000 mm左右，无霜期长达290—320 d。南充东部与川东平行岭谷相接，高坪与岳池交界的金城山，是迁飞鸟类迁徙通道和中途休息、停息、觅食的据点（Deng et al，1980）。

1.1.1 农耕地 南充高坪青松乡的很多农民家庭的部分收入是农产品的出售，同时种植农作物以满足自己的需要。在该区主要农作物有稻（*Oryza sativa*）、玉蜀黍（*Zea mays*）、普通小麦（*Triticum aestivum*）、落花生（*Arachis hypogaea*）、油菜（*Brassica rapa var. campestris*）等，同时还栽种季节性的蔬菜，如马铃薯（*Solanum tuberosum*）、大豆（*Glycine max*）等，在旱地湿地的旁边栽种有桑（*Morus alba*）、杉木（*Cunninghamia lanceolata*）、构树（*Broussonetia papyifera*）、大叶桉（*Eucalyptus robusta*）等树木。

1.1.2 村囤 在人类聚居的村囤或乡镇里人工栽种有果树，如桃（*Amygdalus persica*）、四川樱桃（*Cerasus szechuanica*）、川梨（*Pyrus pashia*）、橘（*Citrus reticulata*）、柚（*Citrus sinensis*）、枇杷（*Eriobotrya japonica*）等，遮荫的树木如白栎（*Quercus fabri*）、圆柏（*Sabina chinensis*）、大叶桉、杉木、黄葛树（*Ficus virens* var.*sublanceolata*）。或种竹林，如慈竹 （*Neosinocalamus affinis*） 群落等。此外，还在房前屋后栽种一些当季的蔬菜，如蒜（*Allium sativum*）、豌豆（*Pisum sativum*）、莴苣（*Lactuca sativa*）、萝卜（*Raphanus sativus*）、马铃薯、大豆等。

1.1.3 松林 主要就是人工的马尾松林，在松林的边缘伴生有刺槐（*Robinia pseudoacacia*）、构等小树，林间灌木有金樱子（*Rosa laevigata*）、白栎、铁仔（*Myrsine africana*）等，草本植物有羊茅（*Festuca ovina*）、蜈蚣草（*Pteris vittata*）、芒萁（*Dicranopteris dichotoma*）、蛇莓（*Duchesnea indica*）等。

1.1.4 机场草地 高坪机场里生长的是一些未经过选择处理的杂草，机场土地经过沙土的填埋和碾压，航道旁边的草比较稀疏，草高一般在 30 cm 以下。主要植被有：金色狗尾草（*Setaria glauca*）、小飞蓬（*Conyza Canadensis*）、牛筋草 （*Eleusine indica*）、白茅（*Imperata cylindricl*）、狗牙根（*Cynodon dactylon*）、空心莲子草（*Alternanthera philoxeroides*）、稗（*Echinochloa crusgalli*）、红花酢浆草（*Oxalis corymbosa*）。在机场人工处理的绿化带主要种类有白车轴草（*Trifolium repens*）、红车轴草（*Trifolium pratense*）等。

### 1.2 研究方法

1.2.1 调查方法 机场及机场周围的总调查面积 28 $km^2$，考虑到机场及其机场周围不同生境的块状分布，除设在机场草坪的2条样线外，还在机场四周设置了6条样带，两条侧重松林生境，两条侧重于村囤，两条侧重于农耕地。

采用样线法用 10×42KOWA 牌手持双筒望远镜沿样带行走观察，每条样带长 2.5 km，对样带两侧 50—100 m 内鸟类的种类和数量进行记录。行走速度为 1.5—2 km/h。2006 年 9 月—2006 年 11 月为秋季、2006 年 12 月—2007 年 2 月为冬季。每季对

每条样带调查 5 次。调查面积 3 km$^2$，占总调查面积的 10.7%。每次详细记录鸟类的种类、数量、栖息生境。以直接记数（实体数）和间接估计（叫声、巢数等）相结合统计鸟的种类数量。鸟类的分类、区系型、季节型查阅一定的参考资料确定（Deng et al，1980；Zhang，1997；Mackinnon et al，2000；Zhang，2004，2005）。

1.2.2　数据处理

⑴ 密度 $D = N / 2LW$（Gao，1991），其中 $D$ 为鸟类密度，$N$ 为样线内记录的鸟类数量，$L$ 为样线长度，$W$ 为样线单边宽度。将鸟类密度大于 1 ind/hm$^2$ 确定为优势种。

⑵ 重要性值 $IV$ = 相对数量成分 + 相对时间成分 + 相对空间成分（Rollfinke & Yahner，1990）；

相对数量成分= 某种鸟的个体数/数量最多的那种鸟的个体数×100；相对时间成分= 某种鸟出现的调查次数/总调查次数×100；相对空间成分= 某种鸟出现的样带数/总样带数×100。

$IV \geqslant 200$ 的定为对鸟撞影响最大的鸟类，$100 \leqslant IV < 200$ 的定为对鸟撞影响较大的鸟类，$50 \leqslant IV < 100$ 的定为对鸟撞影响较为轻的鸟类，$IV < 50$ 的定为对鸟撞影响最不重要的鸟类。

⑶ 鸟类分布系数 $ADC=(n/N+m/M)\times 100\%$，其中 $n$ 为某种鸟出现的样带数，$N$ 为调查的总样带数；$m$ 为某种鸟出现的生境数，$M$ 为总生境类型数（Wang，1999）。

根据分布系数将鸟类分为广性分布（$ADC \geqslant 100\%$）、中性分布（$50\% \leqslant ADC < 100\%$）、狭性分布（$ADC < 50\%$）3 种类型。

⑷ 以Shannon-Wiener 指数测度鸟类的物种多样性（Zheng et al，1994）：

$$H' = -\sum_{i=1}^{s} P_i \ln P_i$$

式中，$H'$ 为物种多样性指数，$S$为总的物种数，$P_i$ 为第$i$物种个体数与所有物种个体总数的比值。

⑸ 用Pielou指数测度均匀度（Li et al，2006）：$J= H'/ H'_{max}$ 式中，$H'_{max}$即$\ln S$。

⑹ 优势度指数$C$采用公式（Li et al，2006）

$$C = \sum_{i=1}^{s} (P_i)^2$$

统计工具采用Microsoft（R）Excel 2000。

## 2　结果与分析

### 2.1　鸟类种的丰度

在2006年9月—2007年2月的秋季和冬季调查中，共记录到鸟类81种，隶属于13目37科，其中秋季调查共纪录到鸟类12目34科68种，冬季调查记录到鸟类10目30科56种（表1）。

调查发现高坪机场秋季留鸟36种，占52.9%；迁徙鸟32种，占47.1%(其中，夏候鸟18种，占26.5%；冬候鸟10种，占14.7%；旅鸟4种，占5.9%）。冬季留鸟37种，占66.1%；迁徙鸟19种，占33.9%（其中，冬候鸟17种，占30.4%；旅鸟2种，占3.6%）。高坪机场秋季东洋种26种，占38.2%；古北种29种，占42.6%；不易归类的种类13种，19.1%。冬季东洋种16种，占28.6%；古北种32种，占57.1%；不易归类的种类8种，占14.3%（表2）。秋季古北种和东洋种种类相差不是很大，但是冬季古北种种类是东洋种种类的两倍左右。这主要是因为本地区处在东洋界但距离秦岭分界线不远，在冬季古北界种类占优势主要与季节有关，秋冬季节一些古北界种类的冬候鸟到该地区越冬。

### 2.2　同一生境秋冬季鸟类群落特征比较（表 3，表 4）

2.2.1　农耕区鸟类群落（Ⅰ）　农耕区秋季鸟类种类比冬季多，但是差异不明显；冬季密度稍大些，但是差异也不明显；秋季鸟类多样性比冬季大，差异极显著；均匀度两个季节差异不明显；冬季优势度比秋季大，差异极显著。这主要是因为秋季是鸟类的迁徙季节，所以在物种多样性上比冬季大；而鸟类在冬季喜群居过冬，所以冬季鸟类的优势度明显比秋季高。秋季优势种有白鹭、白鹡鸰、白头鹎、棕背伯劳、白颊噪鹛、金翅雀6种（表1），冬季优势种有家鸽、白鹡鸰、水鹨、树鹨、白头鹎、大山雀、金翅雀、黑头蜡嘴雀、小鹀9种。

2.2.2　松林鸟类群落（Ⅱ）　松林冬季种类数目比秋季种类数目明显多，差异显著，其余各项参数（鸟类密度、多样性、均匀度、优势度）秋季与冬季差异都不明显。但是在群落分析中，我们发现，松林鸟类群落虽然鸟类密度、物种数量比较少，但是均匀度、多样性都比较大，这说明了松林鸟类群落的稳定性。这主要是因为南充高坪机场周围有大片的人工马尾松林，而人工马尾松林生境单一。白

表 1 南充高坪机场4种生境秋（A）冬（S）季鸟类调查

**Tab. 1 Survey on the Avian communities in autumn and in winter in four habitats in Gaoping Airport of Nanchong and near area**

| 物种 Species | 季节型 Seasonal | 区系类型 Fauna | 密度（只/hm$^2$）Density（ind/hm$^2$） 松林 Pine | | 村围 Village | | 农耕 Farmland | | 草地 Grassland | | 总范围 Total area | | IV | | ADC（%） | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | A | W | A | W | A | W | A | W | A | W | A | W | A | W |
| 1. 小䴙䴘 *Tachybapus ruficollis* | Re | O | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.056 | 0.124 | 0 | 0 | 0.024 | 0.038 | 61.2 | 91.7 | 110 | 102.5 |
| 2. 白鹭 *Egretta garzetta* | Re | O | 0.087 | 0.026 | 0.061 | 0.009 | 1.002 | 0.436 | 0.008 | 0.016 | 0.002 | 0.132 | 204.9 | 168.3 | 200 | 200 |
| 3. 牛背鹭 *Bubulcus ibis* | SV | O | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.181 | 0 | 0 | 0 | 0.052 | 0 | 62.7 | 0 | 90 | 0 |
| 4. 池鹭 *Ardeola bacchus* | SV | O | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.007 | 0 | 0 | 0 | 0.332 | 0 | 15.1 | 0 | 32.5 | 0 |
| 5. 夜鹭 *Nycticorax nycticorax* | SV | U | 0.017 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.012 | 0 | 45.6 | 0 | 57.5 | 0 |
| 6. 苍鹭 *Ardea cinerea* | WV | P | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.008 | 0 | 0.002 | 0 | 15.1 | 0 | 32.5 |
| 7. 棉凫 *Nettapus coromandelianus* | SV | O | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.035 | 0 | 0 | 0 | 0.01 | 0 | 30.2 | 0 | 45 | 0 |
| 8. 雀鹰 *Accipiter nisus* | Re | P | 0.078 | 0.017 | 0.009 | 0.009 | 0.014 | 0.007 | 0.04 | 0.008 | 0.04 | 0.01 | 84.7 | 62.9 | 142.5 | 130 |
| 9. 红隼 *Falco tinnunculus* | Re | U | 0.009 | 0.017 | 0.009 | 0 | 0.014 | 0 | 0.04 | 0.008 | 0.016 | 0.006 | 68.3 | 45.3 | 130 | 77.5 |
| 10. 环颈雉 *Phasianus colchicus* | Re | U | 0.017 | 0.035 | 0.009 | 0 | 0.09 | 0.022 | 0.008 | 0.024 | 0.032 | 0.022 | 109.2 | 98.5 | 155 | 135 |
| 11. 董鸡 *Gallicrex cinerea* | SV | O | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.007 | 0 | 0 | 0 | 0.002 | 0 | 15.1 | 0 | 32.5 | 0 |
| 12. 彩鹬 *Rostratula benghalensis* | Re | O | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.015 | 0 | 0 | 0 | 0.004 | 0 | 15.2 | 0 | 32.5 |
| 13. 灰头麦鸡 *Vanellus cinereus* | Re | P | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.014 | 0 | 0.072 | 0.104 | 0.004 | 0.026 | 30.2 | 31.1 | 45 | 45 |
| 14. 长嘴剑鸻 *Charadrius placidus* | Re | P | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.036 | 0 | 0 | 0 | 0.01 | 0 | 30.4 | 0 | 65 |
| 15. 金眶鸻 *Charadrius dubius* | SV | U | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.024 | 0 | 0.006 | 0 | 15.3 | 0 | 32.5 | 0 |
| 16. 青脚鹬 *Tringa nebularia* | Tr | P | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.028 | 0.138 | 0 | 0 | 0.014 | 0.038 | 38.2 | 54.2 | 65 | 77.5 |
| 17. 林鹬 *Tringa glareola* | Tr | P | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.007 | 0 | 0 | 0 | 0.004 | 0 | 17.7 | 0 | 32.5 | 0 |
| 18. 矶鹬 *Actitis hypoleucos* | WV | P | 0 | 0 | 0 | 0.009 | 0.077 | 0.029 | 0 | 0 | 0.02 | 0.01 | 71 | 32.9 | 90 | 85 |
| 19. 白腰草鹬 *Tringa ochropus* | WV | P | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.035 | 0.16 | 0 | 0 | 0.01 | 0.044 | 60.5 | 109.4 | 90 | 95 |
| 20. 家鸽 *Columba domestica* | Re | U | 0.19 | 0.329 | 1.834 | 2.439 | 0.383 | 1.084 | 0.24 | 0.224 | 0.67 | 1.03 | 217.1 | 220.4 | 180 | 180 |
| 21. 山斑鸠 *Streptopelia orientalis* | Re | P | 0.51 | 0.069 | 0.234 | 0.017 | 0.71 | 0.116 | 0.096 | 0.272 | 0.452 | 0.142 | 210.9 | 151.3 | 180 | 180 |
| 22. 珠颈斑鸠 *Streptopelia chinensis* | Re | O | 0.147 | 0.26 | 0.441 | 0.389 | 0.654 | 0.364 | 0.064 | 0.544 | 0.336 | 0.438 | 194.9 | 206.8 | 180 | 180 |
| 23. 短耳鸮 *Asio flammeus* | WV | P | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.112 | 0 | 0.03 | 0 | 38.8 | 0 | 45 |
| 24. 普通翠鸟 *Alcedo atthis* | Re | U | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.09 | 0.022 | 0 | 0 | 0.026 | 0.006 | 71.3 | 32.8 | 90 | 65 |
| 25. 戴胜 *Upupa epops* | SV | U | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.021 | 0 | 0.008 | 0 | 0.004 | 0 | 42.7 | 0 | 77.5 | 0 |
| 26. 蚁䴕 *Jynx torquilla* | Re | P | 0 | 0 | 0.009 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.002 | 0 | 15.1 | 0 | 32.5 | 0 |

（续下表）

（接上表）

| 物种 Species | 季节型 Seasonal | 区系类型 Fauna | 密度（只/hm$^2$）Density（ind/hm$^2$）松林 Pine | | 村围 Village | | 农耕 Farmland | | 草地 Grassland | | 总范围 Total area | | IV | | ADC（%） | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | A | W | A | W | A | W | A | W | A | W | A | W | A | W |
| 27. 灰头绿啄木鸟 *Picus canus* | Re | P | 0 | 0.026 | 0 | 0.017 | 0 | 0.058 | 0 | 0 | 0 | 0.026 | 0 | 71.1 | 0 | 110 |
| 28. 小云雀 *Alauda gulgula* | Re | O | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3.976 | 7.376 | 1.04 | 2.27 | 108.8 | 150 | 57.5 | 45 |
| 29. 家燕 *Hirundo rustica* | SV | P | 0.035 | 0 | 0.303 | 0 | 0.383 | 0 | 0.016 | 0 | 0.196 | 0 | 127.6 | 0 | 167.5 | 0 |
| 30. 金腰燕 *Hirundo daurica* | SV | U | 0.061 | 0 | 0.683 | 0 | 0.452 | 0 | 0.024 | 0 | 0.306 | 0 | 108.3 | 0 | 155 | 0 |
| 31. 山鹡鸰 *Dendronanthus indicus* | SV | P | 0.009 | 0 | 0.009 | 0 | 0.007 | 0 | 0 | 0 | 0.004 | 0 | 30.2 | 0 | 85 | 0 |
| 32. 白鹡鸰 *Motacilla alba* | Re | U | 0.19 | 0.208 | 0.64 | 0.467 | 1.586 | 1.026 | 1.12 | 0.344 | 0.976 | 0.544 | 250.5 | 207.6 | 200 | 127.5 |
| 33. 黄鹡鸰 *Motacilla flava* | Tr | P | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.007 | 0 | 0 | 0 | 0.002 | 0 | 15.1 | 0 | 32.5 | 0 |
| 34. 灰鹡鸰 *Motacilla cinerea* | Re | U | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.028 | 0.066 | 0 | 0 | 0.01 | 0.02 | 48 | 68.4 | 57.5 | 90 |
| 35. 布氏鹨 *Anthus godlewskii* | WV | P | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.084 | 0.124 | 0.656 | 0.16 | 0.188 | 0.216 | 55 | 102 | 77.5 | 102.5 |
| 36. 水鹨 *Anthus spinoletta* | WV | P | 0 | 0.51 | 0 | 0.268 | 0.084 | 1.273 | 0.192 | 0.024 | 0.072 | 0.074 | 110.1 | 105.8 | 102.5 | 115 |
| 37. 田鹨 *Anthus richardi* | Re | P | 0.017 | 0 | 0 | 0 | 0.035 | 0.087 | 0.712 | 0.768 | 0.192 | 0.06 | 110.1 | 112.6 | 122.5 | 127.5 |
| 38. 树鹨 *Anthus hodgsoni* | WV | P | 0.138 | 0 | 0.268 | 0 | 0.911 | 1.295 | 0.176 | 0.048 | 0.4 | 0.584 | 158.2 | 163.2 | 180 | 175 |
| 39. 白头鹎 *Pycnonotus sinensis* | Re | O | 0.199 | 0.251 | 6.443 | 3.434 | 1.99 | 1.455 | 0.024 | 0 | 1.934 | 1.228 | 245 | 236.6 | 200 | 180 |
| 40. 虎纹伯劳 *Lanius tigrinus* | SV | P | 0.009 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.004 | 0 | 15.2 | 0 | 32.5 | 0 |
| 41. 红尾伯劳 *Lanius cristatus* | SV | P | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.008 | 0 | 0.002 | 0 | 15.1 | 0 | 32.5 | 0 |
| 42. 棕背伯劳 *Lanius schach* | Re | O | 0.32 | 0.078 | 0.51 | 0.19 | 1.162 | 0.909 | 0.344 | 0.048 | 0.616 | 0.336 | 231.9 | 202.3 | 180 | 200 |
| 43. 黑枕黄鹂 *Oriolus chinensis* | SV | O | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.014 | 0 | 0 | 0 | 0.004 | 0 | 30.2 | 0 | 45 | 0 |
| 44. 黑卷尾 *Dicrurus macrocercus* | SV | O | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.014 | 0 | 0 | 0 | 0.002 | 0 | 15.1 | 0 | 32.5 | 0 |
| 45. 灰卷尾 *Dicrurus leucophaeus* | SV | O | 0.043 | 0 | 0.009 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.016 | 0 | 63.3 | 0 | 90 | 0 |
| 46. 八哥 *Acridotheres cristatellus* | Re | O | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.007 | 0 | 0 | 0 | 0.002 | 0 | 15.1 | 0 | 32.5 | 0 |
| 47. 灰椋鸟 *Sturnus cineraceus* | WV | P | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.88 | 0 | 0 | 0 | 0.242 | 0 | 73.2 | 0 | 70 |
| 48. 松鸦 *Garrulus glandarius* | Re | P | 0.26 | 0.381 | 0.147 | 0.363 | 0.063 | 0.058 | 0 | 0 | 0.122 | 0.194 | 195.6 | 173.5 | 160 | 160 |
| 49. 红胁兰尾鸲 *Tarsiger cyanurus* | WV | P | 0 | 0.017 | 0 | 0.026 | 0 | 0.022 | 0 | 0 | 0 | 0.016 | 0 | 48.2 | 0 | 97.5 |
| 50. 鹊鸲 *Copsychus saularis* | Re | O | 0 | 0 | 0.242 | 0.19 | 0.063 | 0.015 | 0 | 0 | 0.07 | 0.046 | 118.6 | 114.5 | 115 | 115 |
| 51. 赭红尾鸲 *Phoenicurus ochruros* | Re | P | 0 | 0.017 | 0 | 0.009 | 0 | 0.007 | 0 | 0 | 0 | 0.008 | 0 | 45.4 | 0 | 97.5 |
| 52. 北红尾鸲 *Phoenicurus auroreus* | Re | P | 0 | 0.035 | 0.156 | 0.164 | 0.056 | 0.087 | 0 | 0 | 0.048 | 0.074 | 87.4 | 125.8 | 102.5 | 155 |
| 53. 白额燕尾 *Enicurus leschenaulti* | Re | O | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.007 | 0 | 0 | 0 | 0.002 | 0 | 15.1 | 0 | 32.5 | 0 |

（续下表）

(接上表)

| 物种 Species | 季节型 Seasonal | 区系类型 Fauna | 密度（只/hm²）Density（ind/hm²） 松林 Pine | | 村国 Village | | 农耕 Farmland | | 草地 Grassland | | 总范围 Total area | | IV | | ADC（%） | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | A | W | A | W | A | W | A | W | A | W | A | W | A | W |
| 54. 斑鸫 Turdus eunomus | WV | P | 0 | 0.009 | 0 | 0 | 0 | 0.007 | 0 | 0 | 0 | 0.004 | 0 | 15.2 | 0 | 52.5 |
| 55. 虎斑地鸫 Zoothera dauma | Re | P | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.016 | 0 | 0.004 | 0 | 15.2 | 0 | 32.5 |
| 56. 兰额红尾鸲 Phoenicurus frontalis | Re | O | 0 | 0 | 0 | 0.009 | 0 | 0.044 | 0 | 0 | 0 | 0.016 | 0 | 68.2 | 0 | 90 |
| 57. 乌鸫 Turdus merula | Re | U | 0.519 | 0.303 | 0.614 | 0.614 | 0.703 | 0.473 | 0.272 | 0.056 | 0.578 | 0.37 | 217.4 | 203.8 | 200 | 200 |
| 58. 红喉[姬]鹟 Ficedula parva | Tr | P | 0 | 0.009 | 0 | 0.009 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.012 | 0 | 15.5 | 0 | 52.5 |
| 59. 白颊噪鹛 Garrulax sannio | Re | O | 0.649 | 0.614 | 1.401 | 1.462 | 1.078 | 0.88 | 0 | 0 | 0.694 | 0.716 | 230.9 | 219 | 180 | 180 |
| 60. 棕头鸦雀 Paradoxornis webbianus | Re | O | 0 | 0.389 | 0.744 | 0.562 | 0.195 | 0.335 | 0 | 0 | 0.236 | 0.336 | 97.2 | 104.8 | 102.5 | 122.5 |
| 61. 淡纯色鹪莺 Prinia inornata | Re | O | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.021 | 0.146 | 0 | 0 | 0.006 | 0.176 | 15.3 | 42.8 | 52.5 | 45 |
| 62. 棕扇尾莺 Cisticola juncidis | SV | U | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.021 | 0 | 0 | 0 | 0.01 | 0 | 18 | 0 | 32.5 | 0 |
| 63. 强脚树莺 Cettia fortipes | Re | O | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.007 | 0 | 0 | 0 | 0.004 | 0 | 17.7 | 0 | 32.5 | 0 |
| 64. 褐柳莺 Phylloscopus fuscatus | WV | P | 0 | 0 | 0 | 0.009 | 0 | 0.116 | 0 | 0 | 0 | 0.346 | 0 | 45.5 | 0 | 77.5 |
| 65. 黄腹柳莺 Phylloscopus affinis | Re | O | 0 | 0.009 | 0 | 0.035 | 0.021 | 0.015 | 0 | 0 | 0.014 | 0.004 | 30.7 | 30.2 | 65 | 85 |
| 66. 黄眉柳莺 Phylloscopus inornatus | Tr | P | 0.052 | 0.017 | 0 | 0.069 | 0 | 0.138 | 0 | 0 | 0.006 | 0.058 | 30.3 | 85.1 | 45 | 122.5 |
| 67. 黄腰柳莺 Phylloscopus proregulus | WV | P | 0.087 | 0.657 | 0.043 | 0.234 | 0.028 | 0.247 | 0 | 0 | 0.04 | 0.26 | 89.6 | 116.5 | 122.5 | 122.5 |
| 68. 暗绿柳莺 Phylloscopus trochiloides | SV | P | 0.043 | 0 | 0.026 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.012 | 0 | 30.6 | 0 | 45 | 0 |
| 69. 棕脸鹟莺 Abroscopus albogularis | Re | O | 0 | 0.078 | 0.13 | 0.095 | 0.035 | 0 | 0 | 0 | 0.04 | 0.04 | 64.6 | 36.8 | 90 | 65 |
| 70. 暗绿绣眼鸟 Zosterops japonicus | SV | O | 0 | 0 | 0.121 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.032 | 0 | 19.2 | 0 | 32.5 | 0 |
| 71. 红头长尾山雀 Aegithalos concinnus | Re | O | 0.874 | 0.45 | 1.54 | 0.64 | 0.564 | 0.764 | 0 | 0 | 0.64 | 0.422 | 178.1 | 113.6 | 147.5 | 122.5 |
| 72. 大山雀 Parus major | Re | U | 1.15 | 1.635 | 2.249 | 2.032 | 0.967 | 1.527 | 0 | 0 | 1.046 | 1.37 | 244.1 | 247.9 | 160 | 180 |
| 73. 绿背山雀 Parus monticolus | Re | O | 0 | 0 | 0.035 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.008 | 0 | 30.4 | 0 | 45 | 0 |
| 74. 麻雀 Passer montanus | Re | P | 0 | 0 | 2.015 | 0.77 | 0.028 | 0 | 0 | 0 | 0.442 | 0.206 | 110.4 | 104.1 | 52.5 | 82.5 |
| 75. 白腰文鸟 Lonchura striata | Re | O | 0.009 | 0.061 | 2.923 | 0.562 | 0.925 | 0.182 | 0 | 0 | 0.946 | 0.252 | 176.4 | 98.6 | 135 | 122.5 |
| 76. 燕雀 Fringilla montifringilla | WV | P | 0 | 0 | 0 | 0.085 | 0.557 | 0.16 | 0 | 0 | 0.16 | 0.064 | 25.8 | 47.8 | 32.5 | 77.5 |
| 77. 金翅雀 Carduelis sinica | Re | P | 0 | 0.787 | 0.45 | 1.531 | 1.377 | 1.396 | 0.488 | 2.376 | 0.578 | 1.656 | 184.9 | 258 | 160 | 180 |
| 78. 黑头蜡嘴雀 Eophona personata | WV | P | 0.424 | 0.208 | 0.216 | 0.891 | 0.696 | 2.08 | 0.128 | 0.264 | 0.374 | 0.778 | 124.3 | 176.8 | 162.5 | 180 |
| 79. 黑尾蜡嘴雀 Eophona migratoria | Re | P | 0.234 | 0.363 | 0.484 | 0.346 | 0.744 | 0.647 | 0.192 | 0.048 | 0.398 | 0.422 | 173.1 | 178.6 | 200 | 180 |
| 80. 小鹀 Emberiza pusilla | WV | P | 0 | 0.64 | 0.026 | 0.19 | 0.285 | 1.673 | 1.872 | 4.76 | 0.532 | 2.056 | 177.5 | 278.1 | 160 | 180 |
| 81. 灰头鹀 Emberiza spodocephala | WV | P | 0 | 0.009 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.002 | 0 | 15.1 | 0 | 32.5 |

Re：留鸟(Resident)；SV：夏候鸟(Summer visitor)；WV：冬候鸟(Winter visitor)；Tr：旅鸟(Traveler)；O：东洋种(Oriental species)；P：古北种(Palaearctic species)；U：不易归类的分布(Uneasy certain species)。

**表 2　南充高坪机场秋冬季鸟类居留状况和区系型**

**Tab. 2　Seasonal and fauna in autumn and winter at Gaoping Airport and nearing area**

| 居留型/区系性 Seasonal/Fauna | 东洋种 Oriental species | | 古北种 Palaearctic species | | 不易确定的种类 Uncertain species | | 合计 Total | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Autumn | Winter | Autumn | Winter | Autumn | Winter | Autumn | Winter |
| 留鸟 Residents | 18 | 16 | 11 | 14 | 8 | 8 | 36 | 37 |
| 冬候鸟 Winter visitors | 0 | 0 | 9 | 16 | 0 | 0 | 10 | 17 |
| 旅鸟 Travelers | 0 | 0 | 4 | 2 | 0 | 0 | 4 | 2 |
| 夏候鸟 Summer visitors | 8 | 0 | 5 | 0 | 5 | 0 | 18 | 0 |
| 合计 Total | 26 | 16 | 29 | 32 | 13 | 8 | 68 | 56 |

天在松林里活动、取食的鸟类数量比较少，但是由于机场周围松林面积比较大，是一些鸟类适宜的栖息场所。在松林内秋冬季节优势种都只有一种大山雀。

2.2.3　村囤鸟类群落（Ⅲ）　在高坪机场周围，村囤的生境相对比较复杂：在村囤里一般栽种有果树和其他比较高大的遮荫树，在村民的房子旁边还种植有一些蔬菜，此外，村囤里处理不完善的垃圾环境，这些都是吸引鸟类的良好环境。因此在4种生境中，村囤鸟类群落鸟类密度、多样性、均匀度都比较大，鸟类群落比较稳定。另外，很多村民还有饲养家鸽的习惯。家鸽在秋季和冬季的调查过程中，数量都比较大。秋季优势种有家鸽、白头鹎、白颊噪鹛、红头长尾山雀、大山雀、麻雀、白腰文鸟7种；冬季优势种有家鸽、白头鹎、白颊噪鹛、大山雀、金翅雀5种。

2.2.4　草地鸟类群落（Ⅳ）　机场草地秋季鸟类种类比冬季多，但是差异不显著；冬季鸟类密度比秋季大，差异明显；秋季鸟类多样性、均匀度比冬季高，差异明显；两个季节优势度差异不明显。机场草地地域开阔，秋季很多迁徙或迁移的鸟类喜欢在机场集群。笔者在秋季的一次调查中曾观察到有60多只白鹡鸰集成一群，成群的乌鸫在机场汇聚3天。但是，机场草地冬季鸟类长时间集群现象更加明显，主要是机场草地植被优势种狗尾草在秋季落地后，吸引食种子的鸟类在机场集群越冬，比如小云雀、金翅雀、小鹀。秋季小云雀的密度是3.976 ind/hm$^2$，冬季是7.376 ind/hm$^2$；秋季金翅雀密度是0.488 ind/hm$^2$，冬季密度是2.376 ind/hm$^2$（优势种）；小鹀在秋季的密度是1.872 ind/hm$^2$，在冬季是4.760 ind/hm$^{-2}$，密度都有明显的增大。机场草地两个季节优势度都比较大，说明了机场鸟类群落的不稳定性。

### 2.3　秋冬季节不同生境鸟类多样性的比较分析（表4）

在高坪机场4种生境鸟类群落中，鸟类密度：秋季，Ⅲ、Ⅰ＞Ⅳ＞Ⅱ，农耕区与村囤区相差不大，但是其他4种生境之间差异都很显著；冬季，Ⅳ、Ⅰ、Ⅲ＞Ⅱ，草地、农耕、村囤之间差异不明显，只有松林的明显比这3种生境小。鸟类种类数目：秋季，Ⅰ＞Ⅲ＞Ⅳ=Ⅱ，除松林与草地之间外，其他各生境之间差异明显；冬季，Ⅰ＞Ⅲ、Ⅱ＞Ⅳ，除松林与村囤之间外，其他各生境之间差异明显。多样性：秋季，Ⅰ＞Ⅱ、Ⅲ＞Ⅳ，除松林与村囤之间外，其他各生境之间差异明显；冬季，Ⅰ、Ⅲ＞Ⅱ＞Ⅳ，除农耕与村囤之间外，其他各生境之间差异明显。均匀度：秋季Ⅱ、Ⅰ＞Ⅲ、Ⅳ，松林与农耕、村囤与农耕两种生境之间差异不明显，其他各升降之间差异明显；Ⅱ、Ⅲ、Ⅰ＞Ⅳ，草地的均匀系数比其他各生境明显小。优势度：秋季，Ⅳ＞Ⅲ、Ⅱ＞Ⅰ，除松林与村囤外，其他各生境相互之间差异显著；冬季，Ⅳ＞Ⅲ、Ⅱ＞Ⅰ，农耕与村囤、松林与村囤之间差异不显著，其他各生境之间差异显著。

村囤、农耕区鸟类密度、物种数目比较多，主要是在4种生境中，这两种生境相对比较复杂，而草地、松林生境比较简单；草地生境物种数目、多样性与均匀性都比较低，但是优势度比较大，主要是与草地生境比较简单，秋季鸟类迁徙或迁移与冬季越冬鸟类在机场集群有关，也说明了草地生境鸟类群落的稳定性比较差。

### 2.4　秋冬季节对鸟撞危险鸟类分析

秋季对鸟撞影响最大的鸟类，即$IV \geq 200$的有白鹡鸰、白头鹎、大山雀、棕背伯劳、白颊噪鹛、乌鸫、家鸽、山斑鸠、白鹭等9种，占13.2%；对鸟撞影响较大的鸟类即$100 \leq IV < 200$的有麻雀、树

表 3 秋季与冬季南充高坪机场 4 种生境各参数差异显著性

Tab. 3 Compare of avian deversity in autumn and winter at four habitats at Gaoping Airport of Nanchong and nearing area

| 生境 Habitat types | 季节 Season | 种类 Species X±*SD* | *T* | *P* | 密度（只/hm$^2$）Density（ind/hm$^2$） X±*SD* | *T* | *P* | *H′* X±*SD* | *T* | *P* | J X±*SD* | *T* | *P* | C X±*SD* | *T* | *P* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 农耕 Farmland | 秋季 Autumn | 33.6±3.05 | 1.724 | 0.123 | 17.1597±3.9274 | -0.644 | 0.538 | 2.9867±0.0605 | 3.47 | 0.008** | 0.8508±0.0072 | 1.715 | 0.125 | 0.0621±0.0043 | -3.876 | 0.005** |
| | 冬季 Winter | 30.00±3.54 | | | 18.6111±3.1598 | | | 2.7623±0.1313 | | | 0.7766±0.0964 | | | 0.0881±0.0143 | | |
| 松林 Plantation of pine | 秋季 Autumn | 18.00±1.41 | -2.76 | 0.034* | 6.3550±1.0733 | -1.29 | 0.256 | 2.4574±0.1339 | -1.317 | 0.224 | 0.8509±0.0390 | 1.161 | 0.279 | 0.1187±0.0286 | 0.763 | 0.468 |
| | 冬季 Winter | 22.00±2.92 | | | 8.4416±3.4536 | | | 2.5530±0.0919 | | | 0.8285±0.0183 | | | 0.1081±0.0124 | | |
| 村囤 Village | 秋季 Autumn | 23.40±3.51 | -0.434 | 0.676 | 22.2338±6.6239 | 1.217 | 0.258 | 2.4190±0.2019 | -1.285 | 0.235 | 0.7693±0.0539 | -1.285 | 0.235 | 0.1335±0.0321 | 1.431 | 0.190 |
| | 冬季 Winter | 24.40±3.78 | | | 17.9134±4.3803 | | | 2.5632±0.1491 | | | 0.8048±0.0302 | | | 0.1089±0.0211 | | |
| 草地 Grassland | 秋季 Autumn | 18.00±0.71 | 1.2 | 0.264 | 13.4240±4.7345 | -1.159 | 0.023* | 2.0520±0.1643 | 2.82 | 0.023* | 0.7101±0.0566 | 2.435 | 0.041* | 0.2170±0.0617 | -1.577 | 0.153 |
| | 冬季 Winter | 16.60±2.51 | | | 21.1680±4.0217 | | | 1.6871±0.2382 | | | 0.6027±0.0808 | | | 0.2706±0.0444 | | |

表 4 秋冬季南充高坪机场 4 种生境各参数差异显著性

Tab. 4 Compare of avian deversity at four habitats in autumn and winter at Gaoping Airport of Nanchong and nearing area

| 参数 Parameters | 生境 Habitat types | 秋季 Autumn X±*SD* | *T* 检验 *T* test 松林 Plantation of pine *T* | *P* | 村囤 Village *T* | *P* | 草地 Grassland *T* | *P* | 冬季 Winter X±*SD* | *T* 检验 *T* test 松林 Plantation of pine *T* | *P* | 村囤 Village *T* | *P* | 草地 Grassland *T* | *P* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 密度（只/hm$^2$）Density（ind/hm$^2$） | 农耕 Farmland | 17.1597±3.9274 | 5.934 | 0.003** | 1.473 | 0.179 | 1.358 | 0.212 | 18.6111± 3.1598 | 4.858 | 0.001** | 0.289 | 0.78 | -0.663 | 0.526 |
| | 松林 Plantation of pine | 6.3550±1.0733 | | | -5.291 | 0.005** | -3.256 | 0.027* | 8.4416± 3.4536 | | | -3.797 | 0.005** | -3.258 | 0.012* |
| | 村囤 Village | 22.2338±6.6239 | | | | | 2.419 | 0.042* | 17.9134± 4.3803 | | | | | -0.796 | 0.449 |
| | 草地 Grassland | 13.4240±4.7345 | | | | | | | 21.1680± 8.0217 | | | | | | |

(续下表)

(接上表)

| 参数 Parameters | 生境 Habitat types | 秋季 Autumn | | | | | | | 冬季 Winter | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | X±*SD* | *T* 检验 *T* test | | | | | | X±*SD* | *T* 检验 *T* test | | | | | |
| | | | 松林 Plantation of pine | | 村围 Village | | 草地 Grassland | | | 松林 Plantation of pine | | 村围 Village | | 草地 Grassland | |
| | | | *T* | *P* | *T* | *P* | *T* | *P* | | *T* | *P* | *T* | *P* | *T* | *P* |
| 种类 Species | 农耕 Farmland | 33.60± 3.05 | 10.377 | $0^{**}$ | 4.907 | $0.001^{**}$ | 11.143 | $0^{**}$ | 30.00± 3.54 | 3.904 | $0.005^{**}$ | 2.419 | $0.042^{*}$ | 6.911 | $0^{**}$ |
| | 松林 Plantation of pine | 18.00± 1.41 | | | 3.193 | $0.013^{*}$ | 0 | 1 | 22.00± 2.92 | | | -1.124 | 0.294 | 3.139 | $0.014^{*}$ |
| | 村围 Village | 23.40± 3.51 | | | | | 3.375 | $0.01^{**}$ | 24.40± 3.78 | | | | | 3.843 | $0.005^{**}$ |
| | 草地 Grassland | 18.00± 0.71 | | | | | | | 16.60± 2.51 | | | | | | |
| H | 农耕 Farmland | 2.9867± 0.0605 | 8.056 | $0^{**}$ | 6.024 | $0.002^{**}$ | 11.963 | $0^{**}$ | 2.7623± 0.1314 | 2.919 | $0.019^{*}$ | 2.24 | 0.055 | 8.838 | $0^{**}$ |
| | 松林 Plantation of pine | 2.4574± 0.1339 | | | 0.355 | 0.732 | 4.276 | $0.003^{**}$ | 2.5530± 0.0919 | | | -0.13 | 0.9 | 7.584 | $0.001^{**}$ |
| | 村围 Village | 2.4190± 0.2019 | | | | | 3.151 | $0.014^{*}$ | 2.5632± 0.1491 | | | | | 6.972 | $0^{**}$ |
| | 草地 Grassland | 2.052± 0.1643 | | | | | | | 1.6871± 0.2382 | | | | | | |
| J | 农耕 Farmland | 0.8508± 0.0073 | -0.1 | 0.992 | 3.347 | $0.027^{*}$ | 5.51 | $0.005^{**}$ | 0.7766± 0.0964 | -1.183 | 0.271 | -0.624 | 0.55 | 3.093 | $0.015^{*}$ |
| | 松林 Plantation of pine | 0.8509± 0.0390 | | | 2.742 | $0.025^{*}$ | 4.58 | $0.002^{**}$ | 0.8285± 0.01840 | | | 1.501 | 0.172 | 6.094 | $0.003^{**}$ |
| | 村围 Village | 0.7693± 0.0539 | | | | | 1.694 | 0.129 | 0.8048± 0.0302 | | | | | 5.241 | $0.003^{**}$ |
| | 草地 Grassland | 0.7101± 0.0566 | | | | | | | 0.6027± 0.0808 | | | | | | |
| C | 农耕 Farmland | 0.0621± 0.0043 | -4.381 | $0.011^{*}$ | -4.928 | $0 007^{**}$ | -5.597 | $0.005^{**}$ | 0.0881± 0.01434 | -2.359 | $0.046^{*}$ | -1.823 | 0.106 | -8.738 | $0^{**}$ |
| | 松林 Plantation of pine | 0.1187± 0.0286 | | | -0.79 | $0.464^{*}$ | -3.23 | $0.02^{*}$ | 0.1081± 0.0124 | | | -0.073 | 0.943 | -7.872 | $0^{**}$ |
| | 村围 Village | 0.1335± 0.0321 | | | | | -0.2682 | $0.028^{*}$ | 0.1089± 0.0211 | | | | | -7.345 | $0^{**}$ |
| | 草地 Grassland | 0.2170± 0.0617 | | | | | | | 0.2706± 0.0444 | | | | | | |

$^{*}$ $0.01 < P < 0.05$; $^{**}$ $P \leq 0.01$.

鹨、松鸦、珠颈斑鸠等17种，占25%。广性分布（*ADC*≥100%）的有小鹀、大山雀、白鹡鸰、黑尾蜡嘴、黄腰柳莺、布氏鹨等29种，占42.6%。

冬季对鸟撞影响最大的鸟类，即*IV*≥200的有小鹀、金翅雀、大山雀、白头鹎、家鸽、白颊噪鹛、白鹡鸰、珠颈斑鸠、乌鸫、棕背伯劳10种，占17.9%；对鸟撞影响较大的鸟类，即100≤*IV*＜200的有小云雀、山斑鸠、黑头蜡嘴、黑尾蜡嘴等17种，占30.4%。广性分布（*ADC*≥100%）的有小鹀、金翅雀、大山雀、白头鹎、家鸽、白颊噪鹛、珠颈斑鸠、乌鸫、棕背伯劳、黑尾蜡嘴雀、黑头蜡嘴雀、松鸦等30种，占53.6%。

## 3 讨 论

### 3.1 鸟情分析

在冬季机场草地植食性的鸟类数量明显增多，这主要是因为机场草地的植被未经过处理，种子植物尤其是狗尾草的种子在10月份以后落地，吸引很多小鹀、小云雀、金翅等主要食种子的鸟类进入机场取食，尤其秋末、冬季、春初小鹀和小云雀在机场成群活动，形成极大的鸟撞隐患。

南充高坪机场位于四川盆地东北部，秋冬多云雾，阴湿；机场土道面的坑洼处经常有积水现象，易滋生昆虫、腹足类等无脊椎动物，因此机场里有一定数量的鹡鸰科鸟类在机场取食并栖息，对飞机飞行有一定的威胁。

猛禽类飞行高度比较高，体积比较大，机场地域开阔，经常可以在机场上空看到雀鹰在机场上空翱翔飞过，对飞机飞行构成较严重威胁。

在机场的净空区域有多处松林山地是鹭类长期的繁殖据点，鹭类在夏季繁殖完成后，分散到各处农耕区域，栖息于就近的松林。并且由于机场及机场四周的水田，鹭类经常到机场取食或从机场上空飞过。鹭类个体比较大，飞行高度在40 m左右，对飞机飞行也构成较严重威胁。

鸟类的密度和具有的优势种的数目，农耕区与村园区都明显比松林区和草地区高，这主要是由于高坪机场周围的森林主要是人工马尾松林，在松林下层基本上是裸露，生境比较简单的原因造成的，也反映了农耕区与村园区生境相对丰富，是机场周围鸟类数量和多样性比较高的主要原因。村民饲养的家鸽，体积比较大，数量比较多，经常成群活动于机场周围上空，甚至到机场取食，对飞机飞行也构成严重威胁。

《欧洲鸟撞委员会第17次会议文集》（1984）将鸟类的危害等级划分为4个等级：A级（体重＜0.11 kg），B级（体重=0.11－1.81 kg），C级（体重=1.81－3.63 kg），D级（体重＞3.63 kg）。在此次调查中，没有D级；C级只有苍鹭一种，但是看到的频次非常小；A级体积较小，但是A级某些鸟类如麻雀、小鹀、金翅等虽然个体比较小，但是在秋冬季节由于集群活动，增加了危险性。B级鸟类体重差异还是比较大，但是比如雉鸡虽然体重比较大，但是一般活动高度比较矮，所以降低了危险性。总之，结合鸟类的生活习性和鸟类*IV*值以及分布广度和在各生境中的优势密度和总范围里的密度，以及鸟类体重，在秋冬季对鸟撞最具危险的物种是白鹭、家鸽、白鹡鸰、白头鹎、山斑鸠、小云雀、小鹀等。冬季对鸟撞最具危险的是家鸽、小云雀、小鹀、金翅雀、白头鹎、水鹨等。

### 3.2 鸟撞预防措施

综合以上分析，在机场日常人为驱赶方面，对付秋冬季节集群的小鸟，短期比较有效的方法是在机场布设捕鸟网，也可以采用驱鸟炮驱赶的办法。鸟类每天主要有两次取食活跃期：黎明—上午10：00左右；黄昏—午后16：00，在这两个时间段要加强对鸟类的人为驱赶。雨季鸟撞发生几率比较高（Gabrey & Dolbeer，1996），主要是因为雨前和雨后鸟类活动也比较频繁且经常集群，因此在此期间也应加强机场鸟类的人为驱赶。

但是要真正解除隐患，还要从在生态治理方面着手，在机场内切断鸟类的食物来源和水源。建议在9月份狗尾草等植物草籽未完全成熟落地之前对机场草地进行剪草，防止草籽落地后冬季植食性鸟类进入或栖息于机场集群取食；喷洒低毒高效的杀虫剂，控制机场土道面大型土壤动物、草丛动物的数量。平整土地，填埋洼地，建立良好的排水系统，尽可能减少机场范围内的地表水，在排水沟上加盖板，定期清理排水沟，尽可能减少由于积水孳生无脊椎动物；控制草高度在20cm以下，减少草丛中的昆虫数量，同时也破坏某些鸟类在机场的栖息环境。因为在20cm以下很多鸟类会感到不安全，也不能有效地躲藏，减少鸟类在机场栖息的数量，同时也减少猛禽类在机场上空翱翔捕食的几率。

对于在机场净空区域的松林山繁殖的鹭类，可以在其进入繁殖前，对繁殖地进行驱赶骚扰，使它

们放弃繁殖地或繁殖失败，降低净空区域的鹭类数量，从而降低对飞机飞行的威胁。

另外我们还发现，在整个比较调查中，农耕区与村囤人类主要参与的生境内鸟类的数量和密度比较大，如家鸽。因此，争取赢得得当地政府、居民的支持，就机场附近的土地使用以及相关活动进行协商并制定相关规定，严格禁止在机场半径 2－2.5 km 的范围内饲养和放飞家鸽或信鸽，加大宣传力度，营造机场附近良好的飞行环境也是非常重要的。

致谢：书写过程中得到了网友苏州半导体总厂有限公司侯鹤来同志的热情帮助，在此表示感谢。

## 参考文献：


Conover MR，Pitt WC，Kessler KK，Dubow TJ，Sanborn WA. 1995. Review of data on human injuries，illnesses，and economic loss caused by wildlife in the United States [J]. *Wildlife Society Bulletin*，**23**：407-414.

Deng QX，Hu JC，Yu ZW. 1980. A research report in Nanchong [J]. *Journal of Sichuan Teachers College* （*Natural Science*），**2**：46-88.[邓其祥，胡锦矗，余志伟. 1980. 南充地区鸟类调查报告. 南充师范学院学报（自然科学版），2：46-88.]

Gabrey SW，Dolbeer RA. 1996. Rainfall effects on bird-aircraft collisions at two United States airport[J]. *Wildlife Society Bulletin*，**24**：272-275.

Gao W. 1991. Avian Ecology [M] . Changchun：Northeast Normal University Press. 152. [高　玮. 1991. 鸟类生态学. 长春：东北师范大学出版社，152.]

Hu YH，Zhu X，Wu TH，Li YN，Yin XS，Wu XC .2003. Research on controlling bird pest in Kunning （Wujiaba） International Airport[J].*Yunnan Environ Sci*，**22**（3）：12-14.[胡玉洪，朱　翔，魏天昊，李英南，殷晓松，吴学灿. 2003. 昆明（巫家坝）国际机场鸟害防治研究. 云南环境科学，**22**（3）：12-14.]

MacKinnon J，Phillipps K，He FQ. 2000. A Field Guide to the Birds of China[M]. Changsha：Hunan Education Press.[约翰·马敬能，卡伦·菲利普斯，何芬奇. 2000. 中国野外鸟类手册. 湖南：湖南教育出版社.]

Li YM，Wu XB. 2006. Avian diversity in Wuhu City in summer and winter[J].*Chinese Journal of Applied Ecology*，**17**（2）：269-274.[李永民，吴孝兵. 2006. 芜湖市冬夏季鸟类多样性分析. 应用生态学报，**17**（2）：269-274.]

Li X，Yang GS，Jiang CY，Zhang SF，Wang XD，Fan ZJ，Xing LL. 2007. Assessing the hazard grade of birdstrike in spring at Baita Airport，Hohhot[J]. *Zool Res*，**28**（2）：161-166.

Morrison ML. 1986. Bird population as indicators of environmental change [J]. *Current Ornithol*，**3**：429-451.

Pertti K. 1989. Birds as a tool in environmental monitoring [J]. *Ann Zool Fenn*，**26**：153-166.

Rollfinke BF，Yahner RH. 1990. Community structure and composition of breeding and wintering birds in a wastewater irrigated oak forest[J]. *J. Wildlife Management*，**54**（3）：453-500.

Sun RY. 2001. Principles of Animal Ecology（third edition）[M] .Beijing：Beijing Normal University Press，410-412.[孙儒泳. 2001. 动物生态学原理（第三版）. 北京：北京师范大学出版社，410-412.]

Wang XL，Yang QR，Dai ZX，Cui H，Wu FQ，He DF，Liu JM，Zhang HZ，Tan WX，Yin YH，Li CL，Pei HS. 1999. Study on the ecology of bird in the Tianhe Airport[J]. *Journal of Central China Normal University*（*Nat Sci*），**33**（4）：579-583.[王小立，杨其仁，戴宗兴，崔　鸿，吴发清，何定富，刘家沫，张恒知，谭维喜，尹毓华，李存来，裴后胜. 1999. 天河机场夏季鸟类生态研究.华中师范大学学报（自然科学版），**33**（4）：579-583.]

Servoss W，Engeman RM，Fairaizl S，Cummings LC，Groninger NP. 2000. Wildlife hazard assessment for Phoenix Sky Harbor International Airport [J]. *International Biodeterioration Biodegradation*，**45**：111-127.

Zhang RZ. 2004. Zoogeography of China[M]. Beijing：Science Press，435-470.[张荣祖. 2004.中国动物地理. 北京：科学出版社，435-470.]

Zhang JF. 1997. A Manual to Identify Sichuan Birds[M]. Beijing：China Forestry Publishing House，123-175.[张俊范. 1997. 四川鸟类鉴定手册. 北京：中国林业出版社，123-175.]

Zheng GM. 2005. A Checklist on the Classification and Distribution of the Birds of China[M]. Beijing：Science Press.[郑光美. 2005. 中国鸟类分类与分布名录. 北京：科学出版社.]

Zheng SZ，Wu QH，Wang HB. 1994. Common Ecology[M]. Shanghai：Fudan University，157-166. [郑师章，吴千红，王海波. 1994. 普通生态学. 上海：复旦大学出版社，157-166.]

Zhu SJ，Chang H. 2005. Bird community ecology and bird steike avoidance at Foshan Airport，Guangdong[J]. *Chin J Appl Environ Biol*，**11**（5）：580-583.[朱世杰，常　弘. 2005. 广东佛山机场鸟类群落生态及鸟撞预防的研究. 应用与环境生态学报，**11**（5）：580-583.]